

医学教育

# 中小医院 PACS 云服务平台架构研究

端 妮<sup>1</sup>, 张家庆<sup>2</sup>, 蔡荣杰<sup>1</sup>, 李彭军<sup>1</sup>

<sup>1</sup>南方医科大学网络中心, 广东 广州 510515; <sup>2</sup>南方医科大学第三附属医院, 广东 广州 510630

**摘要:** **目的** 设计一种基于云计算技术的新型 PACS 模式, 从而减少中小医院 PACS 系统建设的难度和成本。 **方法** 结合云计算技术中的 SaaS 模式, 提出了基于云计算技术的 SaaS 模式的“云 PACS”。并从云显示、云工作流以及云归档等 3 个部分设计了“云 PACS”。 **结果** “云 PACS”这种灵活租用的软件使用模式, 可以缩短中小医院 PACS 建设的周期, 减少建设以及维护所需的成本。 **结论** 基于云计算的 PACS 将是新一代 PACS 的发展方向, 将为中小医院、区域医疗以及集团化医院的 PACS 建设带来新的思路。 **关键词:** 影像归档与通信系统; 云计算; SaaS

## Research on cloud services platform based PACS of medium and small hospital

Duan ni<sup>1</sup>, Zhang jiaqing<sup>2</sup>, Cai rongjie<sup>1</sup>, Li pengjun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Network, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; <sup>2</sup>The Third Affiliated Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510630, China

**Abstract: Objective** To reduce the difficuty and cost incurred to small and medium sized hospitals in their construction of PACS system. **Methods** Based on SaaS model incorporated with cloud algorithms, Cloud PACS was proposed of which cloud PACS was designed in three parts: cloud displaying, cloud flow chart and cloud doc-filing. **Results** Flexible use of cloud PACS was believed to be capable of reducing both the cycles and costs caused by small and medium sized hospitals in maintenance of PACS construction. **Conclusion** Cloud algorithms based PACS is believed to represent The development of new generation of PACS, a forthcoming new guideline for small and medium sized hospitals, regional medical treatment and group hospitals in building up their PACS **Key words:** PACS; cloud computing; SaaS

PACS 即影像归档与通信系统, 是应用于医院的 CT、MR、超声、DR 等数字医疗设备所产生的数字化医学图像信息的采集、存储、管理、诊断、信息处理的综合应用系统。它能减少保存图像的成本、提高诊断的准确率, 从而使得图像资料得以有效管理和充分利用。PACS 作为医院信息系统中的必要组成, 各级医院大多采用各自建设的方式建设了其全院或者科室 PACS。PACS 的建设需要配套相应的服务器、存储、基础网络等相关硬件设备, 开始日常使用后还需要对数据库、PACS 软件进行维护和升级, 甚至为日益增加的影像数据扩充存储或购买近线、离线存储设备。但中小医院因为资源有限, 没有经费或精力进行长期的投入, 因此 PACS 往往不能保证长期良好的运行。为使中小医院只需要关注如何更好的在临床业务中使用 PACS/RIS, 不用考虑所需

收稿日期: 2016-04-21

基金项目: 广东省产学研项目 (2013B090500024); 广东省科技计划 (2014A040401026)

作者简介: 端 妮, E-mail: 13751890110@126.com

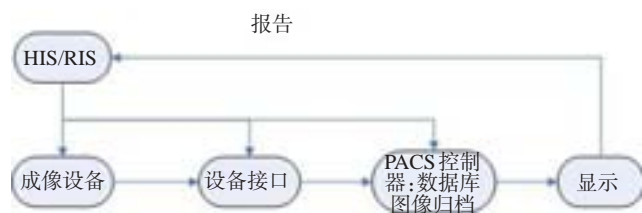


图1 PACS的基本构成及其数据流程

网络的限制造成对影像数据甚至是 HIS 等其他信息系统数据访问速度降低的结果。鉴于以上问题, 本文探讨采用云计算的 SaaS 模式设计一种新型的“云 PACS”云服务平台, 从而解决中小医院 PACS 建设和使用过程中的高成本、不易维护等问题。

## 2 云计算技术

云计算并不是一项新的技术, 而是分布式计算、并行计算、效用计算、网格计算、虚拟化、负载均衡等传统计算机技术和网络技术发展融合的产物<sup>[1-2]</sup>。

云计算技术涉及的范围非常广, 而且随着技术的进步不断发展变化。根据维基百科的定义: 云计算是一种基于互联网的计算方式, 通过这种方式, 共享的软硬件资源和信息可以按需提供给计算机和其他设备。整个运行方式很像电网<sup>[3]</sup>。云计算是继 80 年代大型计算机到客户机/服务器模式的大转变之后的又一种巨变。用户不再需要了解“云”中基础设施的细节, 不必具有相应的专业知识, 也无需直接进行控制。云计算描述了一种基于互联网的新的 IT 服务增加、使用和交付模式, 通常涉及通过互联网来提供动态易扩展而且经常是虚拟化的资源。典型的云计算提供商往往提供通用的网络业务应用, 可以通过浏览器等软件或者其他 Web 服务来访问, 而软件和数据都存储在服务器上。

从服务的类型和层次上看, 云计算主要包含 IaaS, PaaS 和 SaaS 三个层次的含义。IaaS(基础架构服务)即硬件层面的服务整合。用户不需要购买服务器、存储等硬件设备、只需通过按时间租用的方式从服务提供商处租用需要的硬件, 即可快速部署自己的应用, 节省硬件购置、维护、机房装修、电力、专业维护人员的费用支出。IaaS 的关键技术是硬件资源的虚拟化, 包括服务器虚拟化、存储虚拟化、网络虚拟化等。SaaS(软件即服务)指软件通过互联网来交付, 用户通过互联网租用软件, 不需一次性购买软件、硬件, 也不需要维护和升级。SaaS 运营商统一安装、升级、维护软硬件<sup>[4-5]</sup>。PaaS(平台即服务)即更深层面的 SaaS, 它主要侧重于系统平台方面, 包括开发环境、数据库等。用户可以使用云计算提供商的软硬件环境开发自己的程序并通过其服务器在互联网上发布。

## 3 PACS 云服务平台架构设计

经过以上对云计算技术的分析, 为以较低人力和经济成本满足中小医院 PACS 系统快速建设的需求, 可以采用 SaaS 模式租用“云 PACS”软件, 以 B/S 模型为主通过互联网实现。完整的 PACS 是有硬件和软件系统组成。其中软件系统包括数据库系统以及影像采集归档网关、影像浏览、图文报告、登记系统、统计系统等 PACS 子系统和模块, 硬件系统包括服务器、存储等。

根据本文 PACS 云服务平台的设计, 整个“云 PACS”的软件系统和硬件系统都是在云端部署, 用户通过互联网实现对“云 PACS”的使用。在用户端仅架设一套前置服务器, 安装影像采集归档网关, 用于用户影像设备的影像采集和归档, 以及近期的影像存储。从而保证用户影像采集的稳定性以及对近期影像数据访问的快速。

成熟的 PACS 主要包括 3 个主要部分: 影像浏览显示、工作流引擎和影像归档存储。因此本文的“云 PACS”主要从云显示、云工作流以及云归档 3 个部分进行设计: (1) 云显示: 影像设备的不断发展, 伴随而来的是所产生的图像数量也不断增长, 从而导致图像传输到诊断终端时间的增加。而“云 PACS”中的影像数据均存储在云端, 如果将影像数据通过互联网传输到客户端之后, 再进行图像显示, 势必因为图像传输需要较长时间或者因为网络不稳定而影像用户的使用或降低用户体验。因此, 为了减少图像传输的时间, 应该采用“云显示”的方法, 即将图像显示所需的后处理都在服务端完成, 而只将显示结果传输到远程客户端或终端设备。“云显示”的方法, 也可以很好地适应移动医疗的需求, 有利于从普通 PC 客户端向移动设备的延伸; (2) 云工作流: “云 PACS”可以提供与传统 PACS 一致的基本的各医疗机构独立工作流, 供各医疗机构在其内部完成登记、影像传输、归档、诊断、报告书写签发以及临床调阅等一系列 PACS 相关流程。除此之外, “云 PACS”的最大特点应该是可以打破某个医疗机构的界限, 工作流不再是某医疗机构范围内的, 而是可以将某些工作流分配到其他医疗机构或者院外放射医师来完成, 例如影像诊断和报告书写可以由院外的高级放射医师完成。同时, 这些参与到工作流中的放射医师, 也可以随时随地通过互联网完成所分配的工作, 例如出差时也可以完成。云工作流明显可以促进中小医院诊断水平和诊断效率的提高, 同时也可以对医疗水平受地域影响所产生的不平衡有显著的改善; (3) 云归档: “云 PACS”可以为多家医疗机构服务, 这些医疗机构所产生的影像数据都需要归档到“云 PACS”的中心存储平台上, 势必会产生 PB 以上级别的海量数据。如何实现这些数据的快速处理和扩展将是个难题, 这一问题需要在平台设计之初就有所考虑。



从存储架构上,传统PACS一般采用“在线-近线-离线”三级存储模式。为提高影像资料的可用性,“云PACS”可用采用“在线—归档”二级存储架构,取消离线存储环节。即中小医院内只保留“在线”一级存储,“近线”和“离线”数据转换为“归档”数据保存在“云PACS”中心存储平台。这种存储架构,可以保证近期常用影像数据的访问速度,同时也可以大大减少中小医院购买和维护存储设备的成本,提供系统的可用性。

#### 4 讨论

围绕云计算的三种服务模式,近年来,国内外均已开始了PACS云平台的研究建设和应用。美国的PACSDrive公司是以IaaS模式提供医学影像在线存档功能,用户可通过软件将设备上的DICOM影像传输到PACSDrive服务端,服务端再将数据转移到公司的数据中心,同时PACSDrive数据中心还在美国境内的三个地点进行了容灾备份<sup>[6]</sup>。英国IEP公司以PaaS模式提供PACS平台服务,IEP的云服务已配属在英国所有的卫生机构,它主要用于完成不同机构之间影像检查数据的共享和传输,每天,有超过18 000个医生访问IEP,并且有12 000以上个图像通过IEP完成传输交换<sup>[7]</sup>。以SaaS模式提供PACS云服务功能的有TeraRecon公司开发的iNtuition Unlimited产品,用户可在线访问并运行该产品系列的12个软件,该产品具有个性化影像预处理、通过移动设备或PC浏览器实现交互式3D移动浏览等功能<sup>[6]</sup>。在国内,盈谷公司于2010年推出了基于云计算架构的iMAGES图像处理及分析引擎,iMAGES也是基于SaaS模式,采用了影像数据、处理及分析在服务器端,显示在终端的影像处理方法,并且是跨平台与硬件无关,可以很好的为机构内或区域放射和临床用户提供高效快速的3D在线图像处理及分析结果的即时终

端显示。

通过对国内外PACS云平台的研究和了解,可以确定基于云计算的PACS将是新一代PACS的发展方向。病人的临床和影像数据具有很强的私密性,而将这些私密信息的存储、传输和访问从传统的机构内部转变为通过互联网到云平台,必将为数据的完整性和安全性带来巨大挑战。因此在“云PACS”的设计之初以及使用后的运维管理过程中都必须将安全性放在首要位置。

云计算技术中的SaaS模式,为用户开创了一种灵活租用的软件使用模式,其应用效果与用户自建信息系统基本没有区别,但节省了大量资金,从而大幅度降低了信息化的门槛与风险<sup>[6]</sup>。因此研究开发基于SaaS模式的“云PACS”,将传统PACS功能流程移植到云平台上,具有重大意义。“云PACS”也将为中小医院、区域医疗以及集团化医院的PACS建设带来新的思路,其云工作流也将为分级诊疗、双向转诊带来便利。

#### 参考文献:

- [1] Amazon. Amazon EC2 getting started guide[EB/OL]. (2006-06-26)[2016-07-01].http://docs.amazonwebservices.com/AmazonEC2/gsg/2006-06-26/introduction.html.
- [2] Chen K, Zheng WM. Cloud computing: System instances and currentresearch[J]. J Software, 2009, 20(5): 1337-48.
- [3] Wikipedia. Cloud computing [EB/OL]. (2011-03-02)[2016-07-01]. http://en.wikipedia.org/wild/Cloud-computing.
- [4] Turner M, Budgen D, Brereton P. Turning software into a service[J]. Computer (Long Beach Calif), 2003, 36(10): 38-44.
- [5] Laplante PA, Jia Z, Voas J, et al. What's in a Name?distinguishing between SaaS and SOA[J]. IT Prof, 2008, 10(3): 46-50.
- [6] IEP. Imagexchange Portal [DB/OL]. http:// www. image-exchange.co.uk/about-the-iep-network/.
- [7] 王水花, 张煜东, 吉根林. 基于云计算的PACS平台研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2014, 31(5): 5180-3, 5187.

### 综述

## 钆对比剂在动态增强磁共振成像中的应用

陈仲良,江治民,刘 洁,章玉凤,张遇乐,蔡 亮,刘 聪  
潮州市人民医院放射科,广东 潮州 521011

**摘要:**恶性肿瘤发病率近年来逐渐上升,成为引起死亡的首要原因之一。发展特异性强,敏感度高的影像诊断手段,对肿瘤的早期发现、早期治疗具有重要意义。动态增强磁共振成像(DCE-MRI)是通过静脉注射小分子顺磁性对比剂无创地评价组织血流灌注、渗透性等血管特性的功能性成像方法,目前主要应用于诊断及鉴别诊断全身多系统良恶性病变、动态监测肿瘤放化疗治疗效果、评估肿瘤抗血管生成治疗的疗效等方面。在本研究中作者主要对钆对比剂在DCE-MRI中的应用和前景作一综述。  
**关键词:**钆对比剂;磁共振成像;动态增强

动态增强磁共振成像(DCE-MRI)是一种反映组织微循环血流灌注情况的MR检查方法,通过使用小分子顺磁性对比剂静脉团注,无创地评价组织血流灌注、血管密度、完整性及渗透性等血管特性的功能性成像方法,目前主要应用于全身良恶性肿瘤的诊断及鉴别诊断、肿瘤放化疗后的疗效评估、评估肿瘤抗血管生成治疗的疗效等方面<sup>[1]</sup>。而临床上最常用的顺磁性对比剂就是钆对比剂(GBCA)。GBCA最具潜力的应用之一就是DCE-MRI。在本研究中作者主要对GBCA在DCE-MRI中的应用和前景作一综述。

#### 1 DCE-MRI的技术原理

DCE-MRI采用快速T<sub>1</sub>WI序列对病变进行多期扫描,通过连续采集静脉注射对比剂后的三期图像,综合分析对比剂进入和排出肿瘤的动力学过程,建立药代动力学模型,其信号增强的程度反映了器官或组织的物理及生理特性,包括组织灌注、毛细血管表面积、毛细血管通透性、血管外-细胞外间隙(EES)等特性,分析内容广度远胜于只反映固定时间点增强的普通对比增强MRI,得到临床的普遍重视及认可<sup>[2]</sup>。Hillman等<sup>[3]</sup>将DCE-MRI应用在KCI-18人肾细胞癌模型研究的化疗方案选择中,结果显示每天给予舒尼替尼20 mg/kg可使肿瘤血管正常化,导致肿瘤灌注增加,该研究证实了DCE-MRI能够为给药方案的选取提供帮助。

#### 2 DCE-MRI的数据分析及模型选择

现阶段用于DCE-MRI数据分析的方法主要包括半定量和定量两种。

半定量分析不采用任何药代动力学模型,依据时间-信号强度曲线计算出感兴趣组织或病变的半定量参数,如强化开始时间、动态强化曲线的平均和初始上升

斜率、最大强化率、达峰时间、曲线最大上升斜率等<sup>[4]</sup>。20世纪90年代开始使用半定量分析方法,在提高肿瘤诊断的敏感度、良恶性肿瘤的鉴别、肿瘤分级等方面均有较好的应用价值<sup>[5]</sup>。然而,半定量分析的结果受不同的采集方法和受检个体的影响,使得患者间和不同研究间的结果难以直接比较。

定量分析则是以多种药物动力学模型为基础,通过量化肿瘤组织血供与EES之间的对比剂交换,评价组织灌注和血管内皮细胞完整性的分析方法,定量分析可计算局部GBCA浓度,更好地提高不同研究结果的可比性<sup>[6]</sup>。第一代DCE-MRI模型出现在20世纪90年代,由Larsson等<sup>[7-8]</sup>提出,多称之为Tofts模型,因其算法成熟、应用简单而成为目前应用最为广泛的模型。Tofts模型定量参数主要包括:EES间容积转移常数K<sup>trans</sup>(min<sup>-1</sup>),提示内皮细胞的完整性和血管的渗透性;细胞外间隙容积分数(Ve)反映兴趣区组织坏死及组织细胞化程度;组织间隙-血浆速率常数K<sub>ep</sub>(min<sup>-1</sup>),理论上K<sub>ep</sub>=K<sup>trans</sup>/Ve,表明K<sup>trans</sup>、Ve值的影响因素(如微血管通透性、渗漏到EES间的GBCA的量、血管内外的渗透压等)都会对K<sub>ep</sub>值造成影响。另外,对K<sup>trans</sup>、Ve的分析需要已知的动脉输入函数(AIF),以排除参数受对比剂注射流率及患者血流状态的影响<sup>[9]</sup>。Tofts模型尽管使用广泛,但局限性也不少,例如它对血管化程度较低的组织的微血管环境的评价较为准确,而对于血供丰富的组织的评价则存在偏差。目前,药代动力学模型从单参数至4个参数均有多种选择,在DCE-MRI的临床研究中,应结合病变的组织类型、病理改变和图像质量综合分析选择合适的药代动力学模型<sup>[10]</sup>。

#### 3 GBCA的动力学

常规的对比增强磁共振成像是通过对比剂注射后获取的单幅肿瘤增强图像,内面包含了有诊断价值的定位及异常形态学信息<sup>[5]</sup>,但看不到组织的生物学状态信